



# ТРАНСПОРТ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 4 (64) 2018



Общее годовое собрание АОГМТ «НГА»

Разъемы высокого давления

Высокоточный учет сжиженных  
углеводородных газов



**Учредитель и издатель**

АОГМТ «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА),  
аффилирована с Международным газовым союзом

**Периодичность**

6 номеров в год

**Главный редактор**

**Д.В. Люгай**

генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

**Члены редакционной коллегии**

**Б.В. Будзуляк**

председатель Комиссии по использованию  
природного и сжиженного нефтяного газа  
в качестве моторного топлива, д.т.н.

**С.П. Горбачев**

профессор, главный научный сотрудник  
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

**В.И. Ерохов**

профессор «МАМИ», д.т.н.

**Р.З. Кавтарадзе**

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

**Т.В. Климова**

начальник отдела информационного обеспечения  
ИТЦ ООО «Газпром трансгаз Москва»,  
заместитель главного редактора

**С.И. Козлов**

д.т.н.

**С.В. Люгай**

директор Центра использования газа

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., исполнительный директор НГА

**В.А. Марков**

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

**А.В. Николаенко**

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

**Ю.В. Панов**

профессор МАДИ, к.т.н.

**Н.Н. Патрахальцев**

профессор Российского университета дружбы народов, д.т.н.

**Е.Н. Пронин**

координатор проекта «Голубой коридор»

**В.С. Сафонов**

советник генерального директора ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,  
д.т.н., профессор

**В.Н. Фатеев**

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

**В.С. Хахалкин**

главный инженер – заместитель генерального директора  
ООО «Газпром газомоторное топливо»

**Редактор**

**О.А. Ершова**

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

**Отдел подписки и рекламы**

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

**Перевод**

**А.И. Хлыстова**

**Компьютерная верстка**

**И.В. Шерстюк**

**Адрес редакции:**

142717, Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка, а/я 253  
www.ngvrus.ru

Отпечатано с представленного электронного оригинал-макета  
в типографии «ТалерПринт»

109202, г. Москва, ул. 1-ая Фрезерная, д. 2/1

Номер заказа

Сдано на верстку 15.06.2018 г.

Подписано в печать 15.07.2018 г.

Формат 60х90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,  
опубликованной в рекламных материалах

## В НОМЕРЕ



Газозаправочная сеть «Газпром»  
обеспечила топливом EcoGas  
транспорт ЧМ–2018. .... 3

Общее годовое собрание членов  
Ассоциации организаций  
в области газомоторного топлива  
«Национальная газомоторная ассоциация» ..... 4

Технические семинары ..... 8

**Люгай С.В., Дрыгина Ю.Н.**  
Система ключевых показателей эффективности  
производственной деятельности АГНКС ..... 9

Общественный транспорт  
Севастополя переводят на газ. .... 14

**Евстифеев А.А., Тимофеев В.В.**  
Разъемы высокого давления.  
Варианты конструкций  
и результаты моделирования ..... 15

В Челябинске запустили пробный автобус  
на газомоторном топливе ..... 30

**Марков В.А., Камалтдинов В.Г.,  
Поздняков Е.Ф., Денисов А.Д., Кошевой И.В.**  
Исследование работы дизеля  
на эмульсии рапсового масла и воды ..... 31

**Филькин Н.М., Зыков С.Н.,  
Шаихов Р.Ф., Татаркин А.М.**  
Особенности конструктивных решений  
размещения и обслуживания накопителей  
энергии унифицированной машины  
технологического электротранспорта ..... 49

**Терешин В.И., Совлуков А.С.**  
Высокоточный учет сжиженных  
углеводородных газов в транспортных емкостях .... 56

5-й ежегодный конгресс  
и выставка «СПГ Конгресс Россия» ..... 65

Частников ставят на заправку ..... 68

В Москве построены  
четыре газозаправочных  
комплекса «Газпром» ..... 70

«Совкомфлот» обеспечит техническое  
наблюдение за строительством  
танкеров на СПГ для «Роснефти» ..... 73

В Китае разработана ракета  
с двигателем на метане  
и жидком кислороде ..... 74

Заправочный модуль с самыми  
большими композитными баллонами ..... 74

Газомоторная мозаика ..... 75

Abstracts of articles ..... 78

Авторы статей в журнале № 4 (64) 2018 г. .... 80



#### Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle  
Association (NGVA), is affiliated with IGU

#### Published

6 issues a year

#### Editor-in-Chief

**Lyugai, D.V.**

Director General of Gazprom VNIIGAZ,  
Doctor of Engineering

#### Editorial board members

**Budzulyak, B.V.**

Chairman of the Commission for Use of Natural  
and Liquefied Petroleum Gas as Gas-Motor Fuel,  
Doctor of Engineering

**Erokhov, V.I.**

MAMI Professor, Doctor of Engineering

**Fateev, V.N.**

Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,  
Doctor of Chemistry

**Gorbachev, S.P.**

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

**Kavtaradze, R.Z.**

Professor of N.E. Bauman's MGTU, Doctor of Engineering

**Khakhalkin, V.S.**

Chief technology officer,  
deputy director general LLC «Gazprom Gas-Engine Fuel»

**Klimova, T.V.**

Head of Information support department, Engineering  
and Technical center, Gazprom Transgaz Moskva LLC,  
deputy chief editor

**Kozlov, S.I.**

Doctor of Engineering

**Lyugai, S.V.**

PhD, Director of the Centre «Gas Use»,  
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,

executive director, NGVRUS

**Markov, V.A.**

Professor of N.E. Bauman's MGTU,

Doctor of Engineering

**Nikolaenko, A.V.**

Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor,  
Doctor of Science

**Panov, Yu.V.**

Professor of MADI (GTU), PhD

**Patrakhaltsev, N.N.**

Professor of People's Friendship University of Russia,

Doctor of Engineering

**Pronin, E.N.**

Coordinator of the «Blue Corridor» project

**Safonov, V.S.**

Adviser to director general Gazprom VNIIGAZ,  
doctor of engineering, professor

#### Editor

**Ershova, O.A.**

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 76

#### Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Phone.: +7 (498) 657 29 77

#### Translation by

**Khlystova A.I.**

#### Computer imposition

**Sherstyuk, I.V.**

#### Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,  
Moskovskaya obl, 142717

www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.06.2018

Endorsed to be printed on 15.07.2018

Format 60x90 1/8 Circulation 3,000 copies Enamel paper

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

When copying materials, a reference «Alternative Fuel Transport» International  
Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information contained  
in advertising matter.

## CONTENTS

Gas-filling Network «Gazprom»  
provided for transport  
of FIFA World Cup 2018 with EcoGas fuel ..... 3

Annual general meeting of members  
of Organizations' Association  
«National Gas Vehicle Association» ..... 4

Technical seminars ..... 8

**Stanislav Lyugay, Yulia Drygina**  
The system of Key performance indicators  
of automotive gas filling compressor station's  
production activity ..... 9

**Andrey Evstifeev, Vladimir Timofeev**  
High-pressure connectors.  
Alternative designs and simulation results ..... 15

**Vladimir Markov,**  
**Vjacheslav Kamaltdinov, Evgeniy Pozdnyakov,**  
**Alexander Denisov, Ivan Koshevoy**  
Research of the diesel engine operation  
on rapeseed oil and water emulsion. .... 31

**Nikolay Fil'kin, Sergey Zykov,**  
**Rinat Shaikhov, Andrey Tatarkin**  
Features of design solutions for the placement  
and maintenance of energy storage units  
of a unitized machine technology  
of electric vehicles ..... 49

**Victor Tereshin, Alexander Sovlukov**  
High-precision calculation  
of liquefied hydrocarbon gases in transport tanks ..... 56

5th Annual Congress and exhibition  
«LNG Congress Russia» ..... 65

Owner drivers to be put to fueling ..... 68

Gazprom's 4 gas-filling complexes  
were constructed in Moscow ..... 70

«Sovkomflot» will provide technical monitoring  
for construction of LNG carriers for «Rosneft» ..... 73

A Rocket with the engine on methane  
and flox has been designed in China. .... 74

Fuelling modular unit with  
the biggest composite cylinder's ..... 74

Gas vehicle mosaic ..... 75

Abstracts of articles ..... 78

Contributors to journal issue № 4 (64) 2018 ..... 80



# Особенности конструктивных решений размещения и обслуживания накопителей энергии унифицированной машины технологического электротранспорта

**Н.М. Филькин**, профессор ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», д.т.н.,  
**С.Н. Зыков**, доцент ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», к.т.н.,  
**Р.Ф. Шаихов**, доцент ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», к.т.н.,  
**А.М. Татаркин**, аспирант ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет»

В статье обоснована актуальность инженерной проблематики формирования, размещения и эксплуатации блока накопителей энергии унифицированной машины технологического электротранспорта (УМТЭТ). Показана необходимость и обоснованность проведения предварительных проектно-аналитических работ по оценке емкостных энергетических характеристик аккумуляторных батарей различных типов, а также их геометрических и размерных показателей в рамках формирования основных требований к конструкции несущей системы машины (рама) УМТЭТ. Рассмотрена комбинированная лонжеронно-хребтовая рама как наиболее рациональная для УМТЭТ. В статье большое внимание уделяется конструкционным особенностями обслуживания и замены блока аккумуляторных батарей, поскольку это является одним из основных эксплуатационных показателей эффективности работы электрических транспортных машин.

**Ключевые слова:**

электрический транспорт, аккумуляторная батарея.

**Р**азработка современных транспортных средств (ТС) является сложной проектно-конструкторской проблематикой, имеющей разноплановый проектный подход [1-3]. Электрические транспортные средства не являются исключением, и по ряду причин эксплуатационного и экологического плана год от года их создание приобретает все большую актуальность. Одной из главных задач, решаемых проектировщиками при разработке таких ТС, является оптимизация выбора, компоновки, обслуживания, зарядки и замены накопителей энергии. Все это в сумме во многом определяет эффективность работы электрических транспортных машин как таковых. Необходимость выработки специализированных инженерных подходов в свете данной проблематики представляется очевидной. Рассмотрим последовательность проектных процедур, связанных

с накопителями энергии, на примере унифицированной технологической машины электротранспорта (УМТЭТ).

На основании того, что для УМТЭТ предполагались использование электро-механической трансмиссии и установка специализированного навесного оборудования с электроприводом, а также имелись строгие массогабаритные ограничения заказчика, первичная задача заключалась в определении оптимальных показателей блока аккумуляторных батарей (АКБ), используемых для питания всех узлов и агрегатов машины.

Были сформированы общие конструкторско-технологические требования и желаемые параметры к накопителю энергии УМТЭТ.

Общие конструкторско-технологические требования:

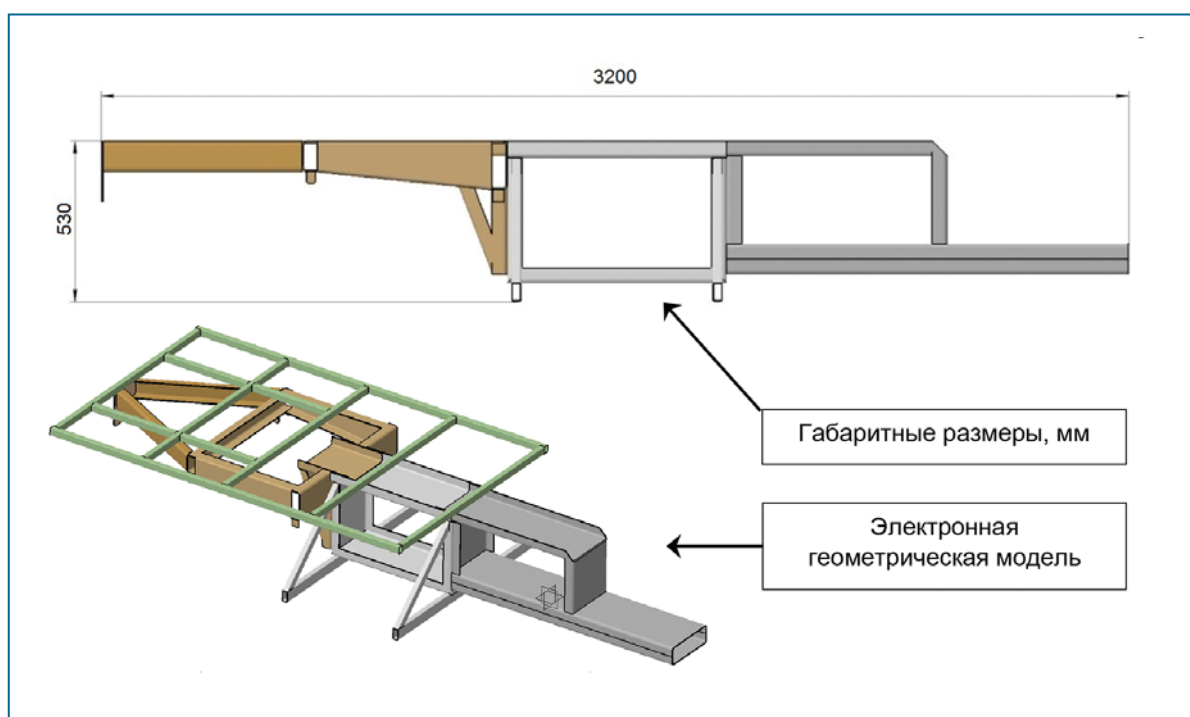
- обеспечение установки коробов с тяговыми аккумуляторными батареями на УМТЭТ;
  - электропитание разрабатываемой УМТЭТ должно осуществляться от бортового накопителя электрической энергии (тип аккумуляторной батареи – кислотный, щелочной, гелевый, литий-ионный, литий-полимерный и суперконденсаторы; базовая АКБ: емкость аккумуляторов – не менее 350/210 А·ч; напряжение питания – 48/80 В; тип – кислотный);
  - применение свинцово-кислотных аккумуляторов, производимых по технологии EPzS, напряжением 48 В и энергоемкостью не менее 16 кВт·ч;
  - параметры УМТЭТ: ширина грузовой платформы – не более 1300 мм, высота грузовой платформы – не более 800 мм, клиренс (дорожный просвет) – не менее 140 мм, колесная база – не менее 1150 мм;
  - габаритные размеры отсеков АКБ – не более 1000×690×460 мм;
  - извлечение из внутреннего пространства платформы без демонтажа встроенных узлов, а также навесного оборудования, установленного на грузовой платформе;
  - масса УМТЭТ без блока аккумуляторных батарей – не более 900 кг;
  - общий вес УМТЭТ – не более 1500 кг;
  - обслуживание АКБ должно происходить путем легкого доступа, а возможность установки и извлечения АКБ – с помощью вилочного погрузчика.
- Исходя из указанных общих ограничений к транспортному средству были определены следующие параметры блока накопителей энергии:
- суммарный вес аккумуляторных батарей должен составлять не более 600 кг;
  - плотность энергии аккумуляторов – 28 Вт·ч/кг (при энергоемкости 16,8 кВт·ч);
  - геометрическая емкость батарей исходя из линейных характеристик 1000×690×460 мм не должна превышать 317,4 дм<sup>3</sup>; в этом случае при обеспечении энергоемкости в 16,8 кВт·ч соответствующая удельная характеристика аккумуляторного блока должна составлять 52,93 Вт·ч/дм<sup>3</sup>;
  - полная масса аккумуляторного блока – 600 кг (при емкости аккумулятора в 350 А·ч и питающем напряжении 48 В), что составляет 24 АКБ, массой по 25 кг при энергоемкости 16,8 кВт·ч;
  - проектная высотная характеристика короба блока аккумуляторных батарей составляет 560 мм.

С учетом указанных выше требований к желаемым показателям накопителей энергии был осуществлен следующий этап проектных работ – выбор адаптируемых к УМТЭТ аккумуляторных батарей производства Тюменского аккумуляторного завода. Обоснованы элементы 5PzS350, 5PzS400 и 7PzS385 в качестве пригодных

для комплектования блока накопителей энергии УМТЭТ.

Наличие в конструкции электрического транспортного средства блока накопителей энергии, имеющих значительные весовые и объемные характеристики по отношению к общим габаритам УМТЭТ, определяет необходимость разработки оригинальной силовой несущей системы, предназначенной не только для размещения блока АКБ, но и дающей возможность его технического обслуживания.

Комбинированная лонжеронно-хребтовая несущая система для УМТЭТ спроектирована под изготовление из стандартных катанных профилей простой геометрии. Конструкция (рис. 1) представляет собой сложную пространственную систему, состоящую из основной рамы и надрамника, на которых базируются основные детали, агрегаты и узлы УМТЭТ.



**Рис. 1.** Комбинированная лонжеронно-хребтовая несущая система для УМТЭТ

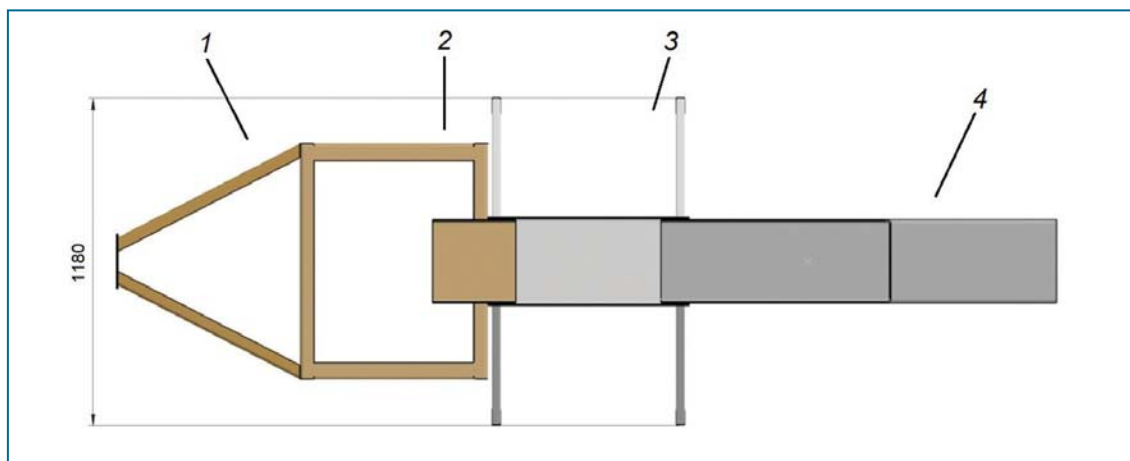
**Преимущества** комбинированной лонжеронно-хребтовой несущей системы:

- обеспечение требуемых проектных геометрических габаритов (ширина – 1180 мм; длина – 3200 мм; высота – 530 мм);
- конструкция разрабатывается из стандартных стальных металлических профилей (Ст40), что значительно удешевляет производство;
- возможность компоновки и базирования большинства узлов и агрегатов УМТЭТ (рис. 2) с допустимостью размещения аккумуляторов различных размеров;
- относительно небольшая масса несущей системы (170 кг).

**Недостатки:**

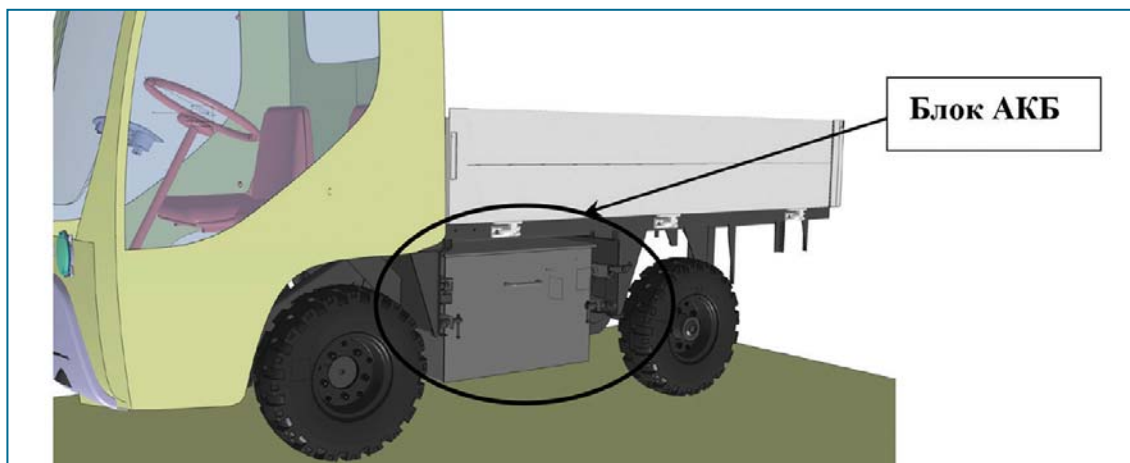
- для изготовления требуется специализированное оборудование, что увеличивает затраты на изготовление.

На рис. 2 показаны зоны базирования узлов и агрегатов УМТЭТ на несущей силовой раме.



**Рис. 2.** Зоны базирования узлов и агрегатов УМТЭТ:

1 – зона заднего подвесного оборудования; 2 – зона задней подвески;  
3 – зона АКБ; 4 – зона передней подвески



**Рис. 3.** Расположение аккумуляторного металлического контейнера в УМТЭТ

На рис. 2 видно, что размещение короба накопителей энергии предусмотрено в центральной части лонжеронно-хребтовой несущей рамы. Поскольку снаряженный короб имеет высокую массу, такое конструктивное пространственное позиционирование при низком околосреднем размещении значительно повышает устойчивость УМТЭТ при работе, предотвращая боковое опрокидывание.

Бесперебойная работа батареи тяговых аккумуляторов предусматривает их постоянное техническое обслуживание, организация которого является достаточно сложной инженерной задачей. Современная практика эксплуатации предусматривает стационарное размещение короба источников питания с обслуживанием и верхней выемкой аккумуляторов.

На разрабатываемой УМТЭТ батареи установлены в металлическом контейнере, который подвешен снизу на рамную несущую систему (рис. 1, 3). Аккумуляторный металлический контейнер (блок АКБ) конструктивно имеет возможность выкатывания по направляющим на обе стороны тележки для ежедневного обслуживания. Металлический контейнер может быть механически отсоединен от направляющих и извлечен для технического обслуживания вне УМТЭТ.

Извлечение и перемещение металлического контейнера в этом случае может быть произведено при помощи вилочного погрузчика или подкатной тележки. Рассмотрим технологические процедуры обслуживания в отдельности.

## Ежедневное обслуживание АКБ

При ежедневном обслуживании АКБ не требуется проводить полный демонтаж металлического контейнера АКБ с УМТЭТ. Достаточно обеспечить доступ к клеммам аккумулятора. Для этого металлический контейнер оснащен двумя крышками в своей верхней части. При выдвижении металлического контейнера влево до упора обеспечивается доступ к левой половине АКБ, а при выдвижении вправо до упора – к правой половине. Чтобы провести техническое обслуживание, необходимо выполнить следующие действия:

- снять боковые декоративные элементы обвеса с обеих сторон тележки;
- ослабить по два винтовых фиксатора (рис. 4а, 1) металлического контейнера справа и слева на тележке и повернуть на 90 градусов вниз;
- на правом кронштейне повернуть вверх до упора предохранительный фиксатор (рис. 4а, 2), освободить свободное перемещение металлического контейнера влево;
- выдвинуть металлический контейнер АКБ за рукоятку влево (рис. 4б);
- открыть крышку и провести осмотр и необходимое обслуживание левой части батареи;
- закрыть левую крышку и задвинуть металлический контейнер.

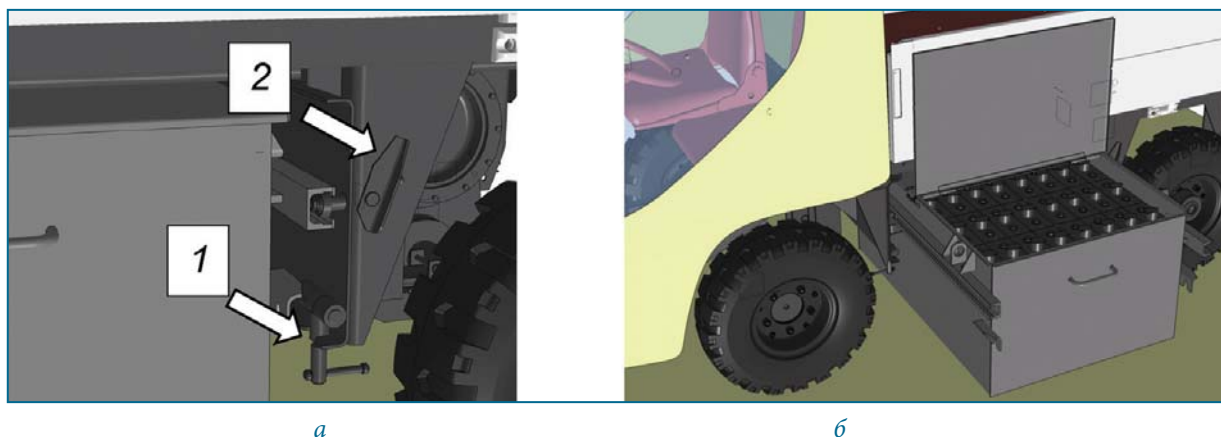


Рис. 4. Процедура выдвижения металлического контейнера без демонтажа с УМТЭТ

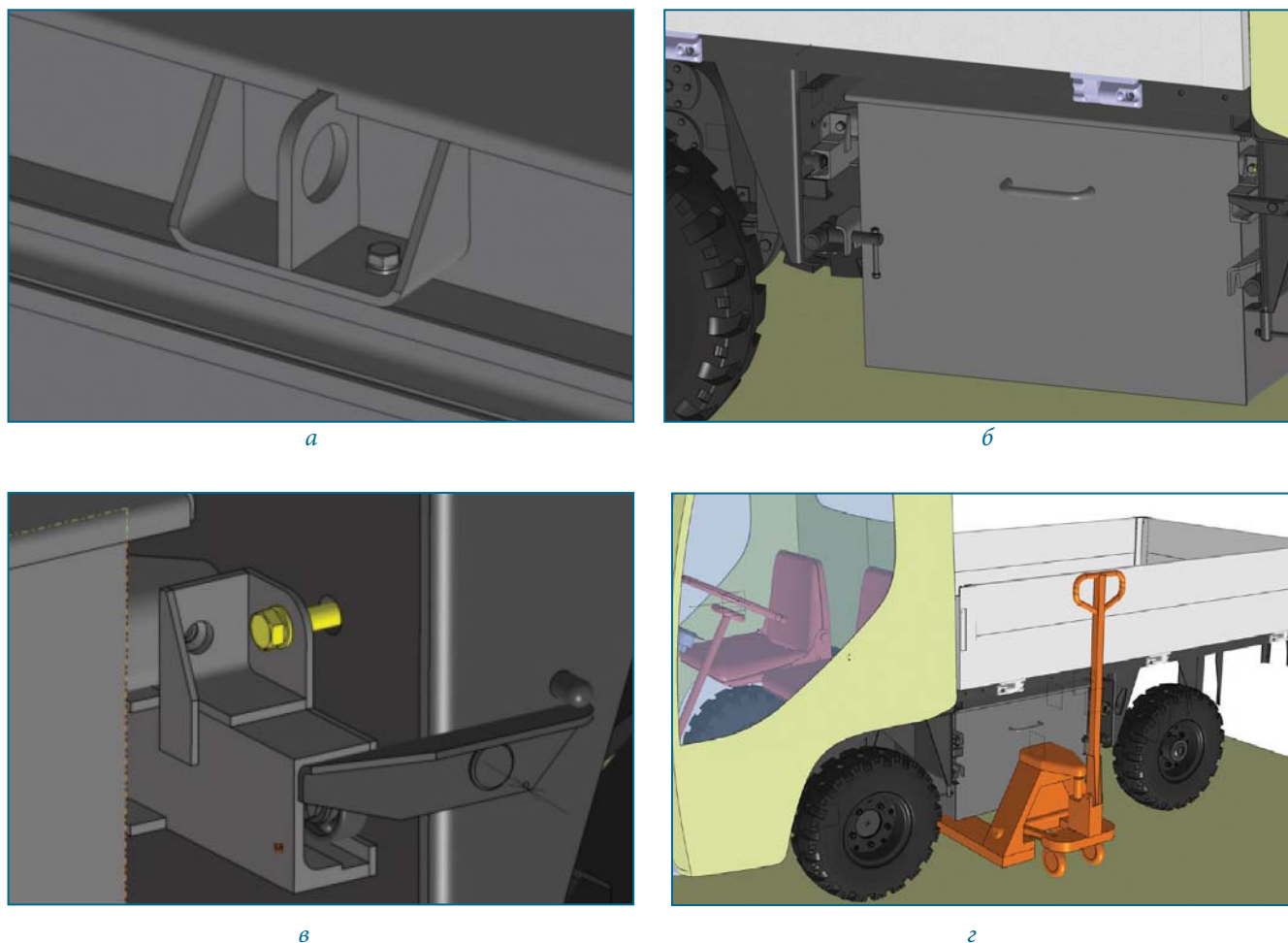
Для завершения обслуживания аналогичные действия проводятся с правой стороной металлического контейнера накопителей энергии УМТЭТ.

## Ежемесячное обслуживание АКБ

Для ежемесячного обслуживания аккумуляторов (или их замены) требуется обеспечить к ним полный доступ. Для этих целей в конструкции УМТЭТ предусмотрена процедура облегченного демонтажа металлического контейнера АКБ с использованием подкатной тележки. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- снять боковые декоративные элементы обвеса с обеих сторон тележки;





**Рис. 5.** Процедура демонтажа металлического контейнера АКБ с УМТЭТ

- ослабить по два винтовых фиксатора (см. рис. 4а, 1) металлического контейнера справа и слева на тележке и повернуть на 90° вниз;
- выдвинуть с левой стороны металлический контейнер до упора на направляющих и отвернуть два фиксирующих болта (рис. 5а);
- задвинуть обратно металлический контейнер на место (рис. 5б) и, отвернув два фиксирующих болта справа, вкрутить их в технологические отверстия для фиксации направляющих к раме (рис. 5в);
- вынуть металлический контейнер с АКБ из рамы с левой стороны УМТЭТ с помощью подкатной тележки (рис. 5г).

Установка металлического контейнера АКБ после технического обслуживания проводится в обратном порядке.

В качестве выводов и заключения к рассмотренным в статье особенностям конструктивных решений размещения и обслуживания накопителей энергии УМТЭТ можно последовательно указать следующие:

- тип накопителей энергии был определен на основе проектного компромисса мощностных потребностей УМТЭТ и заданных массовых и габаритных ограничений корпуса накопителей энергии (блок АКБ);

- силовая несущая рама конструкции УМТЭТ создана с учетом массогабаритных характеристик блока АКБ;

- техническое обслуживание блока АКБ УМТЭТ максимально облегчено и механизировано посредством конструкции и вспомогательных механизмов выдвижного короба, что выгодно отличает разработанный УМТЭТ от аналогичных отечественных электрических машин.

Предложенное техническое решение относится к устройствам для крепления аккумуляторных батарей, преобразующих химическую энергию в электрическую, которые могут быть использованы в перспективных наземных транспортных средствах, а именно в электрокарах технологического назначения.

Указанная задача решена посредством того, что накопитель электрической энергии содержит корпус, включающий в себя нижнюю, переднюю, заднюю и боковые стенки, с размещенным внутри него блоком аккумуляторных батарей. Отличает накопитель от известных то, что боковые стенки снабжены направляющими, установленными вдоль корпуса и выполненными в виде П-образных швеллеров, а поперек корпуса в верхней его части закреплена планка с установленной шарнирно на ней двухсекционной крышкой.

Статья профинансирована АО «Сарапульский электрогенераторный завод» и ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (договор от 1 декабря 2015 г. № 02.G25.31.0132) из средств субсидии из федерального бюджета с целью реализации комплексного проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства унифицированной машины технологического электротранспорта» в соответствии с постановлением правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства, в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013-2020 годы».

## Использованные источники

1. Филькин Н.М. Методики оптимизации параметров конструкции энергосиловой установки транспортной машины. – Ижевск: ИжГТУ, 2001. – 79 с.
2. Филькин Н.М. Подход к структурной оптимизации конструкции гибридного автомобиля / Филькин Н.М., Голуб Т.Ю., Мазец В.К. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 2 (22) – С. 74-75.
3. Мазец В.К. Алгоритм создания легкового автомобиля, оборудованного гибридной энергосиловой установкой / Мазец В.К., Филькин Н.М. // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1 (23). – С. 64-66.